

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 10 » июля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Проектирование специализированного программного и  
математического обеспечения  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 27.03.04 Управление в технических системах  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Управление в технических системах (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель: освоение компетенций по разработке программного и математического обеспечения при проектировании систем управления.

Задачи:

- сформировать знания о процессах разработки и документирования программного и математического обеспечения при проектировании систем управления;
- сформировать знания о процессах разработки и документирования программного обеспечения бортовых систем, удовлетворяющих требованиям норм летной годности;
- сформировать навыки организации и выполнения работ по основным процессам разработки специализированного программного и математического обеспечения при проектировании систем управления.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- бортовое программное обеспечение;
- основные методы и средства проектирования программного и математического обеспечения встраиваемых систем;
- нормативно-техническая документация на разработку и документирование программного и математического обеспечения встраиваемых систем.

### 1.3. Входные требования

Информатика, программирование и основы алгоритмизации, проектирование встроенных микропроцессорных систем, математический анализ, теория вероятности и математическая статистика

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1пк-2.1	Знает основные направления науки и техники по разработке программного и математического обеспечения систем управления	Знает Достижения науки и техники в области разработки и производства радиоэлектронного оборудования в России и за рубежом; принципы, методы и средства выполнения расчетов и вычислительных работ.	Экзамен
ПК-2.1	ИД-2пк-2.1	Умеет применять программный инструментарий для разработки программного обеспечения элементов систем управления	Умеет использовать современные отечественные и зарубежные пакеты программ при решении схемотехнических, системных и сетевых задач.	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-3пк-2.1	Владеет навыками разработки математического и программного обеспечения систем управления и их компонентов	Владеет навыками расчетов, разработки и моделирования работы радиоэлектронного оборудования, проведения тестовых проверок.	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Основы и современные подходы к проектированию ПМО	6	4	2	18
Основы проектирования программного и математического обеспечения (ПМО) при проектировании систем управления Современные методологии и подходы проектирования ПО. V-модель разработки. Модельно-ориентированный подход. Объектно-ориентированное программирование.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Сертификация и проектирование ПМО	10	12	16	36
Введение в сертификацию ПО. Требования авиационных властей и МО РФ к сертификации и квалификации ПО. Уровни безопасности ПО. Требования КТ-178С. Процессный подход к проектированию ПМО. Процессы проектирования бортового ПО: - процесс планирования ПО; - процессы разработки ПО; - интегральные процессы.				
ИТОГО по 7-му семестру	16	16	18	54
ИТОГО по дисциплине	16	16	18	54

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Конструкции и шаблоны для разработки кода
2	Работа в системе управления изменениями
3	Конструкции и шаблоны для описания архитектуры ПО
4	Стратегии тестирования
5	Стандарт на разработку требований
6	Разработка тестовых примеров по ТНУ
7	Разработка тестовых примеров по ТВУ

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Разработка модели функционального ПО в среде ANSYS SCADE
2	Разработка модели функционального ПО в среде RITM.Engee
3	Рассмотрение и анализ программной документации
4	Разработка архитектуры ПО
5	Разработка кода по ТНУ
6	Разработка ТВУ
7	Тестирование на целевом вычислителе
8	Разработка документа по ЕСПД по имеющемуся коду

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Вигерс К., Битти Дж. Разработка требований к программному обеспечению : пер. с англ. 3-е изд., доп. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2020. 717 с. 46 усл. физ. л.	2
2	Грекул В. И., Коровкина Н. Л., Куприянов Ю. В. Методические основы управления ИТ- проектами : учебник для вузов. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний : ИНТУИТ, 2011. 391 с. 24,5 усл. печ. л.	2

3	Каханер Д., Моулер К., Нэш С. Численные методы и программное обеспечение : пер. с англ. 2-е изд., стер. Москва : Мир, 2001. 575 с.	5
4	Лафоре Р. Структура данных и алгоритмы в Java. Классика Computers Science : пер. с англ. 2-е изд. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2019. 701 с. 56,76 усл. печ. л.	1
5	Поляков С. Д. Сертификация программной продукции : монография. Старый Оскол : ТНТ, 2020. 411 с. 23,95 усл. печ. л.	1
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Гончаровский О. В. Проектирование устройств и систем с высокоскоростными соединениями : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2015. 207 с. 13,0 усл. печ. л.	3
2	Интерфейс: Основы проектирования взаимодействия : пер. с англ. / Купер А., Рейман Р., Кронин Д., Носсел К. 4-е изд. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2019. 719 с. 58,050 усл. печ. л.	1
3	Кокоулин А. Н. Информационное обеспечение управляющих систем реального времени : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2015. 260 с. 16,5 усл. печ. л.	5
4	Остроух А. В., Суркова Н. Е. Проектирование информационных систем : монография. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2019. 161 с. 13,33 усл. печ. л.	1
5	Проектирование информационных систем : учебник и практикум для академического бакалавриата / Чистов Д. В., Мельников П. П., Золотарюк А. В., Ничепорук Н. Б. Москва : Юрайт, 2018. 258 с. 20,0 усл. печ. л.	2
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Численные методы. Использование C++	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-156074">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-156074</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

### **6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Персональный компьютер	12
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	12

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Проектирование специализированного программного и математического  
обеспечения»**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Курс:** 4

**Семестр:** 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:

4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

144 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 7 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана), 2 учебных модуля. В модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР/ ОПЗ	Т/КР	Экзамен	
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> Знает основные направления науки и техники по разработке программного и математического обеспечения систем управления		ТО1		КР1	ТВ	
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> Умеет применять программный инструментарий для разработки программного обеспечения элементов систем управления			ОП31 - ОП37	КР2	ПЗ	
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> Владеет навыками разработки математического и программного обеспечения систем управления и их компонентов			ОЛР1 - ОЛР8			

*С* – собеседование по теме; *ТО* – коллоквиум (теоретический опрос); *КЗ* – кейс-задача (индивидуальное задание); *ОЛР* – отчет по лабораторной работе; *Т/КР* – рубежное тестирование (контрольная работа); *ТВ* – теоретический вопрос; *ПЗ* – практическое задание; *КЗ* – комплексное задание дифференцированного экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после проведения практических занятий).

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 8 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Защита отчетов по практическим занятиям**

Всего запланировано 7 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита отчета по практическим занятиям проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.3. Рубежная контрольная работа**

Всего запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебного модуля дисциплины и проведения практических занятий.

#### **Типовые задания КР1:**

Основы и современные подходы к проектированию ПМО.

#### **Типовые задания КР2:**

Сертификация и проектирование ПМО.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, может быть использовано индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде экзамена приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде экзамена по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит

теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

#### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Основы проектирования программного и математического обеспечения (ПМО) при проектировании систем управления.
2. Современные методологии и подходы проектирования ПО.
3. V-модель разработки.
4. Модельно-ориентированный подход.
5. Объектно-ориентированное программирование.
6. Введение в сертификацию ПО.
7. Требования авиационных властей и МО РФ к сертификации и квалификации ПО.
8. Уровни безопасности ПО.
9. Требования КТ-178С.
10. Процессный подход к проектированию ПМО.
11. Процессы проектирования бортового ПО:
  - процесс планирования ПО;
  - процессы разработки ПО;
  - интегральные процессы.

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Конструкции и шаблоны для разработки кода.
2. Работа в системе управления изменениями.
3. Конструкции и шаблоны для описания архитектуры ПО.
4. Стратегии тестирования.
5. Стандарт на разработку требований.
6. Разработка тестовых примеров по ТНУ.
7. Разработка тестовых примеров по ТВУ.

#### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене и дифференцированном экзамене.**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при дифференцированном экзамене и экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-балльной шкале оценивания. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.